



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NÁVRH NOSNÉ ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE OBJEKTU PRO BYDLENÍ

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondřej Bartoška

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Ondřej Bartoška
Název	Návrh nosné železobetonové konstrukce objektu pro bydlení
Vedoucí práce	Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Stavební podklady

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura: na základě doporučení vedoucího práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Pro železobetonovou nosnou konstrukci objektu pro bydlení provedte statické řešení konstrukce a nadimenzujte její vybrané části: stropní konstrukci, sloup a schodiště v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu provedte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá stavbou dvoupodlažního rodinného železobetonového domu. Budou navrženy 3 části domu, křížem vyztužená deska, schodiště a sloupy. Pro navržení rodinného domu byl použit program ARCHICAD 22, pro model a následný výpočet vnitřních sil program SCIA 19.1. Součástí práce jsou výkresy vyztužení desky, schodiště a sloupu vyhotovené v programu AutoCAD 2019. Pro ověření správnosti 3D modelu byl vytvořen zjednodušený 2D model. Objekt je navržen dle norem ČSN EN.

KLÍČOVÁ SLOVA

rodinný dům, železobetonová konstrukce, křížem vyztužená deska, sloup, schodiště, SCIA Engineer, zatížení, zatěžovací stavy, vnitřní síly, protlačení desky

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the construction of a two-storey detached reinforced concrete house. 3 parts of the house, a two way slab, stairs and columns will be designed. ARCHICAD 22 program was used to design a detached house, and the SCIA 19.1 program for the model and subsequent calculation of internal forces. The work includes drawings of the reinforcement of the slab, staircase and column made in the program AutoCAD 2019. A simplified 2D model was created to verify the accuracy of the 3D model. The building is designed according to ČSN EN.

KEYWORDS

detached house, reinforced concrete structure, two way slab, column, staircase, SCIA Engineer, load, load cases, internal forces, slab extrusion

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Ondřej Bartoška *Návrh nosné železobetonové konstrukce objektu pro bydlení*. Brno, 2020. 8 s., 70 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Návrh nosné železobetonové konstrukce objektu pro bydlení* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 20. 5. 2020

Ondřej Bartoška
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Návrh nosné železobetonové konstrukce objektu pro bydlení* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 20. 5. 2020

Ondřej Bartoška
autor práce

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Pavlu Šulákovi, Ph.D. za jeho pomoc, ochotu, čas a cenné rady při psaní mé bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval své mamce, sousedovi a mé přítelkyni za podporu po celou dobu studia.

Obsah

1. Úvod.....	2
2. Popis konstrukce	2
3. Použité materiály	2
3.1. Ocel B500B	2
3.2. Beton C25/30	2
3.3. Beton C30/37	2
4. Zatížení	3
4.1. Stálé.....	3
4.2. Proměnné.....	3
4.3. Zatížení sněhem (Oblast III)	3
4.4. Zatížení větrem.....	3
5. Vyztužení	3
5.1. Křížem vyztužená deska	3
5.2. Schodiště	4
5.3. Sloup	4
6. Závěr	4
7. Seznam použitých zdrojů.....	5
8. Použité programy	5
9. Seznam příloh	6
10. Seznam použitých zkratk a symbolů.....	7

1. Úvod

Bakalářská práce se zabývá stavbou dvoupodlažního rodinného železobetonového domu. Budou navrženy 3 části domu, křížem vyztužená deska, schodiště a sloupy. Pro navržení rodinného domu byl použit ARCHICAD 22, pro model a následný výpočet vnitřních sil byl použit program SCIA 19.1. Součástí práce jsou výkresy vyztužení desky, schodiště a sloupu. Pro ověření správnosti 3D modelu byl vytvořen zjednodušený 2D model. Objekt je navržen dle norem ČSN EN.

2. Popis konstrukce

Objekt je rodinný dům obdélníkového půdorysu. Nosné prvky jsou navrženy ze železobetonu. V této práci bude navržena nosná část sloupu, schodiště a desky v obou směrech vyztužené. Konstrukční výška podlaží je 3,05 m; výška celé budovy je 7,91 m. Rozměry hlavní stavby jsou 14,25x20,25 m, ke které je připojena garáž o rozměrech 5x10,25 m. Deska se nachází mezi 1.NP a 2.NP a byla navržena tloušťky 0,25 m, schodiště bylo navrženo jako 17 jednostranných vetknutých schodišťových stupňů o rozměrech 0,275x0,1 m a sloupy podpírající desku mají velikost 0,25x0,25 m. Celá konstrukce byla vymodelována v programu SCIA 19.1. Z programu byly vyčteny vzniklé vnitřní síly a momenty.

3. Použité materiály

3.1. Ocel B500B

- Charakteristická mez kluzu $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- Návrhová pevnost oceli $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa}$
- Modul pružnosti oceli $E_s = 200 \text{ GPa}$
- Minimální přetvoření výztuže $\epsilon_{yd} = 0,002175 \%$

3.2. Beton C25/30

- Použito ve sloupech
- Charakteristická pevnost betonu v tlaku $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
- Návrhová pevnost betonu v tlaku $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$
- Pevnost betonu v tahu $f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$
- Modul pružnosti betonu $E_{cm} = 31 \text{ GPa}$
- Mezní přetvoření betonu $\epsilon_{cu3} = 0,035 \%$

3.3. Beton C30/37

- Použito v křížem vyztužené desce a schodišti
- Charakteristická pevnost betonu v tlaku $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- Návrhová pevnost betonu v tlaku $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$
- Pevnost betonu v tahu $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
- Modul pružnosti betonu $E_{cm} = 33 \text{ GPa}$
- Mezní přetvoření betonu $\epsilon_{cu3} = 0,035 \%$

4. Zatížení

Do stálého zatížení je započítaná vlastní tíha, podlahy v místnostech, skladba na balkóně, nášlapná vrstva na schodišťovém stupni, zatížení od zábradlí a oken. Proměnné zatížení se skládá z užitého zatížení dle ČSN EN 1991-1-1, zatížení sněhem a větrem.

4.1. Stálé

- | | |
|--|--------------------------------|
| • Podlaha v místnostech | $g_{k1} = 1,5 \text{ kN/m}^2$ |
| • Skladba na balkóně | $g_{k2} = 1,75 \text{ kN/m}^2$ |
| • Nášlapná vrstva schodišťového stupně | $g_{k3} = 0,05 \text{ kN/m}$ |
| • Zábradlí | $g_{k4} = 0,3 \text{ kN/m}$ |
| • Okna | $g_{k5} = 0,5 \text{ kN/m}^2$ |

4.2. Proměnné

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| • Stropní konstrukce | $q_{k1} = 1,5 \text{ kN/m}^2$ |
| • Schodiště | $q_{k2} = 3,0 \text{ kN/m}^2$ |
| • Balkón | $q_{k3} = 3,0 \text{ kN/m}^2$ |
| • Zábradlí (vodorovné zatížení) | $q_{k4} = 0,5 \text{ kN/m}$ |

4.3. Zatížení sněhem (Oblast III)

- $s = 1,2 \text{ kN/m}^2$

4.4. Zatížení větrem

- Výpočet a zatížení ve statickém výpočtu (Příloha P3)

5. Vyztužení

Krytí výztuže nepočítaných a nenavržených stěn je uvažováno 40 mm.

5.1. Křížem vyztužená deska

Výztuž desky je navržena v obou směrech navzájem na sebe kolmých. Krytí výztuže je 35 mm. Základní rastr výztuže v dolní i horní části ve směru x, tak ve směru y je Ø10/200. Doplněná výztuž u dolního povrchu ve směru x je Ø8/200, ve směru y je Ø6/200. Při dolním povrchu je doplněná výztuž ve směru x Ø16/200, ve směru y Ø18/200. Pro propojení desky a stěn je navržena výztuž typu „U“ Ø10/150, používané, pokud nad místem v desce je pouze stěna, pokud v místě nad deskou se nachází okno, je navržen třmínek Ø10/150 (viz. Výkres č. 1). Výztuž proti řetězovému zřícení je navržena 2Ø18. Byly navrženy smykové lišty proti protlačení od sloupů a konce stěny od firmy Jordahl. U sloupů S1 a S3 lišty 8xJDA-5/14/175-700 (70/140/140/140/140/70) a u sloupu S2 nemusí být navržena smyková výztuž. U daného rohu stěny tvoří smykovou výztuž 6xJDA-6/14/175-840 (70/140/140/140/140/140/70).

5.2. Schodiště

Hlavní výztuž schodišťových stupňů tvoří 5Ø10 při horním okraji, konstrukční výztuž 2Ø10 při dolním okraji a v každém stupni je 8 třmínků Ø6/200. Krytí je uvažováno 25 mm.

5.3. Sloup

Navržená hlavní výztuž ve všech třech sloupech je 4Ø10, třmínky Ø6/150. Je rozlišeno, pokud se nachází nad deskou v místě sloupu okna (sloup S2) nebo pouze stěna (sloupy S1, S3). Krytí je uvažováno 35 mm.

6. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout a posoudit křížem vyztuženou stropní desku, schodiště a sloupy. Byl vytvořen 3D model programem SCIA 19.1, v kterém byly zjištěny vnitřní síly. Správnost modelu byl ověřen zjednodušeným modelem 2D. Na vzniklé vnitřní síly bylo navrženo kompletní vyztužení stropní desky, schodiště a sloupů. Výkresová část obsahuje vyztužení jednotlivých výše uvedených částí, u schodiště je i výkres polohy stupňů. Všechny výpočty a dimenze byly provedeny dle platných norem a zásad.

7. Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [2] ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí
- [3] ČSN EN 1990 Eurokód 0: Zásady navrhování konstrukcí
- [4] PROCHÁZKA, J., J. ŠMEJKAL, J. VÍTEK a J. VAŠKOVÁ. Navrhování betonových konstrukcí – Příručka k ČSN EN 1992-1 a ČSN EN 1992-1-2
- [5] ŠVARÍČKOVÁ, Ivana. Pomůcky. [online]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/>
- [6] podklady firmy JORDAHL & PFEIFER Stavební technika, s.r.o.
- [7] LANÍKOVÁ, Ivana. Pomůcka. [online]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/BZK/lanikova.i/>
- [8] BAŽANT, Zdeněk. BETONOVÁ KONSTRUKCE I [online]. Dostupné z <http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BL05-Betonove%20konstrukce%20I/CS3-Betonove%20konstrukce%20plosne%20I.pdf>

8. Použité programy

- [9] SCIA 19.1
- [10] MS Word 2016
- [11] MS Excel 2016
- [12] AutoCAD 2019
- [13] ARCHICAD 22

9. Seznam příloh

P1) Použité podklady

- 1) Půdorys 1.NP
- 2) Půdorys 2.NP
- 3) Řez A-A

P2) Výkresová dokumentace

- 1) Výkres křížem vyztužené desky, dolní výztuž
- 2) Výkres křížem vyztužené desky, horní výztuž
- 3) Výkres smykové výztuže
- 4) Výkres výztuže sloupů S1, S3
- 5) Výkres výztuže sloupu S2
- 6) Výkres polohy schodiště
- 7) Výkres výztuže schodiště

P3) Statický výpočet

10. Seznam použitých zkratk a symbolů

A	vliv dotvarování
A_c	plocha sloupu
A_s	plocha výztuže
$A_{s,min}$	minimální plocha výztuže
$A_{s,max}$	maximální plocha výztuže
$A_{s,req}$	nutná plocha výztuže
n	počet profilů výztuže na 1m desky
b	šířka sloupu
b	tloušťka stěny
c	rozměr sloupu
C	vliv průběhu momentů po délce sloupu
c_{nom}	nominální krycí vrstva
c_{min}	minimální krycí vrstva
$c_{min,b}$	minimální krycí vrstva s přihlédnutím k požadavku soudržnosti
$c_{min,dur}$	minimální krycí vrstva s přihlédnutím k podmínkám prostředí
d	účinná výška průřezu
d_{eff}	účinná výška desky v místě protlačení
E_{cm}	modul pružnosti betonu
E_s	modul pružnosti oceli
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	pevnost betonu v tahu
f_{yd}	návrhová pevnost oceli v tahu a tlaku
f_{yk}	charakteristická mez kluzu
g_d	návrhová hodnota stálého zatížení
g_k	charakteristická hodnota stálého zatížení
h	tloušťka desky
h	výška sloupu
i	poloměr setrvačnosti
I_s	požadovaná délka výztužného prvku
k_r	opravný součinitel závisející na normálové síle
k_ϕ	součinitel zohledňující dotvarování
l_{bd}	návrhová kotevní délka
$l_{b,rqd}$	základní kotevní délka
$l_{b,min}$	minimální kotevní délka
l_0	účinná délka
l_0	návrhová délka přesahu
$l_{0,min}$	minimální délka přesahu
$M_x D^-$	momenty při spodním povrchu desky pro směr X
$M_y D^-$	momenty při spodním povrchu desky pro směr Y
$M_x D^+$	momenty při horním povrchu desky pro směr X
$M_y D^+$	momenty při horním povrchu desky pro směr Y
M_{0ed}	ohybový moment prvního řádu sloupu
M_2	jmenovitý moment druhého řádu sloupu
M_{ed}	návrhová hodnota ohybového momentu
M_{rd}	moment na mezi únosnosti
n	poměrná normálová síla
n_u	poměrná normálová únosnost při dostředném tlaku

n_{bal}	je hodnota n při maximální momentové únosnosti
s	osová vzdálenost výztuže
r_m	poměr koncových momentů prvního řádu
u_1	délka prvního kontrolovaného obvodu
u_0	obvod sloupu
u_{out}	délka obvodu, ve kterém již není nutná smyková výztuž
V_{Ed}	návrhové smykové napětí
$V_{Rd,c}$	návrhová hodnota únosnosti ve smyku při protlačení bez smykové výztuže
$V_{Rd,max}$	návrhová hodnota maximální únosnosti ve smyku
$V_{Rd,sy}$	návrhové hodnota únosnosti ve smyku lišt
x	poloha neutrální osy
z	rameno vnitřních sil
α_1	vliv tvaru prutu
α_2	vliv tloušťky krycí vrstvy
α_3	vliv ovinutí příčnou výztuží
α_4	vliv příčně přivařeného výztuže
α_5	vliv tlaku kolmého na plochu odštěpení betonu
β	součinitel postihující excentricitu zatížení
γ	součinitel zatížení
γ	součinitel spolehlivosti materiálu
φ_{ef}	účinný součinitel dotvarování
Δc_{dev}	přídavek k minimální krycí vrstvě zohledňující možné odchylky
$\Delta c_{dur,\gamma}$	přídavná hodnota z hlediska spolehlivosti
$\Delta c_{dur,st}$	redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli
$\Delta c_{dur,add}$	redukce minimální krycí vrstvy při použití dodatečné ochrany
ϵ_{cu3}	mezní přetvoření betonu
ϵ_{yd}	přetvoření výztuže
\varnothing	průměr hlavní výztuže
\varnothing_{sw}	průměr výztuže třmínku
η_1	součinitel závislý na kvalitě podmínek v soudržnosti a poloze prutu během betonáže
η_2	součinitel závislý na průměru prutu
ρ	stupeň vyztužení
ω	mechanický stupeň vyztužení